

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 197 19 601 A 1**

⑤1 Int. Cl. 6:  
H 01 L 49/00  
G 01 P 15/125

②1 Aktenzeichen: 197 19 601.2  
②2 Anmeldetag: 9. 5. 97  
④3 Offenlegungstag: 12. 11. 98

RECEIVED  
AUG 20 2002  
TECHNOLOGY CENTER

DE 197 19 601 A 1

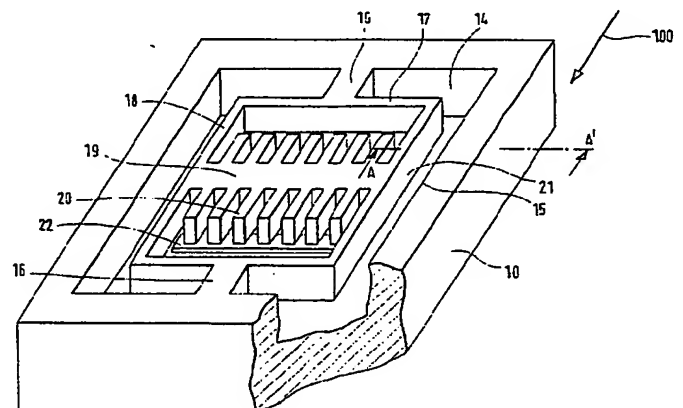
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Laermer, Franz, Dr., 70437 Stuttgart, DE; Elsner,  
Bernhard, 70806 Kornwestheim, DE; Frey, Wilhelm,  
Dr., 70469 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Beschleunigungssensor

⑤7 Es wird ein mikromechanischer Beschleunigungssensor vorgeschlagen, bei welchem eine seismische Masse an einer Biegefeder aufgehängt ist und bei Einwirken einer Beschleunigung eine teilweise mit einer leitfähigen Beschichtung besetzte Fläche überstreicht. Hierdurch ändert sich die Kapazität zwischen der seismischen Masse und der leitfähigen Beschichtung. Der Sensor wird dadurch besonders sensitiv, daß die seismische Masse wenigstens teilweise als durchbrochene kamm- oder siebförmige Struktur gebildet ist. Diese Ausbildung erlaubt es, den Sensor mit Methoden der Oberflächenmikromechanik herzustellen, und eine große seismische Masse zu erzielen.



DE 197 19 601 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Beschleunigungssensor nach der Gattung des Anspruchs 1. Aus der WO 96/00735 oder auch der US 5.083.466 ist schon ein Beschleunigungssensor bekannt. Ein wesentliches Bestandteil dieses Beschleunigungssensors ist eine seismische Masse, welche in Form eines massiven Würfels ausgebildet ist, und mit einem Ende einer Biegefeder verbunden ist. Das andere Ende der Biegefeder ist mit einem Substrat verbunden, welches als stationärer Bezugspunkt dient. Die geometrischen Abmessungen der Biegefeder sind so gewählt, daß die seismische Masse unter Einfluß einer Beschleunigung sich nur parallel zum Substrat bewegen kann. Die dem Substrat zugewandte Fläche der seismischen Masse sowie ein Teil der Substratoberfläche sind mit Elektroden versehen, und sind so angeordnet, daß sie sich bei einer Auslenkung der seismischen Masse entweder stärker oder weniger stark überschneiden. Somit ändert sich bei einer Beschleunigung die Kapazität zwischen den beiden Elektroden, welche dann als Maß für die gebrachte Beschleunigung gemessen werden kann.

Es ist wünschenswert, einen solchen Beschleunigungssensor monolithisch, das heißt aus einem einzigen Ausgangssubstrat herzustellen, wobei zur Herstellung bekannte Methoden der Mikrostrukturechnik, beispielsweise Lithographie und Ätzen, oder auch eine Aufbautechnik verwendet werden. Zur Herstellung einer beweglichen Struktur, wie es beispielsweise eine seismische Masse darstellt, wird zuerst die laterale Struktur der beweglichen Masse ausstrukturiert, anschließend wird eine unter der beweglichen Struktur befindliche Opferschicht entfernt. Dieser notwendige Schritt des Entfernens der Opferschicht begrenzt die wirkliche Größe der beweglichen Struktur, so daß die seismische Masse nicht beliebig groß und schwer gemacht werden kann, wenn sie wie beim zitierten Stand der Technik aus einem massiven Würfel besteht.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Anordnung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß es möglich ist, den Sensor als monolithisches Bauteil herzustellen, und gleichzeitig einen sehr sensitiven Sensor zu erhalten.

Als weiterer Vorteil ist zu sehen, daß die Ausbildung der seismischen Masse als durchbrochene Struktur die Kohäsion (und das Zusammenkleben) der beiden Elektroden verringert und somit weniger Ausschuß bei der Produktion entsteht. Dieser Vorteil bleibt auch dann bestehen, wenn eine Aufbautechnik zur Herstellung des Sensors anstelle der monolithischen Siliziumtechnologie gewahrt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des nebengeordneten Anspruchs hat den Vorteil, daß aufwendige Justierungsschritte beim Zusammenfügen der beiden strukturierten Platten nicht notwendig sind. Trotzdem kann mit dem angegebenen Verfahren ein sehr sensitiver Sensor hergestellt werden.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in Anspruch 1 angegebenen Beschleunigungssensors sowie der in den nebengeordneten Ansprüchen angegebenen Verfahren möglich.

So ist es besonders vorteilhaft, die Biegefeder an beiden Enden sowie in der Mitte mit einem Kräfteinlenkungspunkt zu versehen, wobei das Widerlager entweder in der Mitte

oder an beiden Enden mit der Biegefeder verbunden werden kann. Hierdurch wird eine geradlinige Auslenkung der seismischen Masse durch eine einwirkende Beschleunigung erreicht. Diese geradlinige Auslenkung resultiert in einer höheren Linearität des Beschleunigungssensors.

Weiterhin ist es besonders vorteilhaft, als erste Schicht Silizium heranzuziehen, da dieses Material besonders geeignet ist zur Herstellung von mikroelektronischen Bauteilen. Somit ist es möglich, in einem Bauteil Sensor und Auswertelektronik zu kombinieren.

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Beschleunigungssensors, Fig. 2a eine Aufsicht auf einen erfindungsgemäßen Beschleunigungssensor, Fig. 2b einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Beschleunigungssensor, Fig. 3a bis 3c ein erstes Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Beschleunigungssensors, Fig. 4a bis 4g ein zweites Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Beschleunigungssensors, Fig. 5a einen weiteren Beschleunigungssensor, Fig. 5b einen weiteren Beschleunigungssensor.

## Beschreibung

Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Beschleunigungssensor in perspektivischer Darstellung, wobei zur besseren Darstellung eine Ecke weggebrochen wurde.

Im hier gezeigten Ausführungsbeispiel wird die äußere Form des Beschleunigungssensors im wesentlichen durch den Träger 10 bestimmt, welcher aus einkristallinem Silizium besteht. Der Träger 10 besitzt eine in etwa quaderförmige Grundform, zwei Deckflächen und vier Seitenflächen, wobei in einer Deckfläche eine Vertiefung 14 mit in etwa rechteckigem Grundriß vorgesehen ist. Die lateralen Abmessungen der Vertiefung 14 bilden das Fenster 15, die Tiefe der Vertiefung beträgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel in etwa 1/50 der Dichte des Trägers 10. Der Boden der Vertiefung 15 wird teilweise von einer Grundlektrode 22 bedeckt. In der Vertiefung, am Rande des Fensters 15, sind auf zwei gegenüberliegenden Seiten zwei Widerlager 16 angeordnet. Die Widerlager haben beispielsweise in etwa Würfelform, und sind mit dem Träger 10 fest verbunden. An jedem Widerlager 16 ist je eine Biegefeder 17 angeordnet. Die Biegefeder besitzt in etwa Balkenform, wobei die Form eines Balkens mit stark rechteckigem Querschnitt besonders vorteilhaft ist, wie untenstehend erläutert werden soll. Die Biegefeder 17 ist in ihrer Mitte mit dem Widerlager 16 verbunden und ist beweglich gegenüber dem Boden der Vertiefung 14. Die beiden einander gegenüberliegenden Enden der beiden Biegefedern sind miteinander durch Längsträger 18 verbunden, dergestalt, daß die beiden Biegefedern 17 und die beiden Längsträger 18 einen rechteckigen Rahmen bilden. Die Längsträger 18 sind ebenfalls relativ zum Träger 10 und der Vertiefung 14 beweglich. In dem von den beiden Biegefedern 17 und den beiden Längsträgern 18 gebildeten Rahmen befindet sich ein Querbalken 19, welcher parallel zu den beiden Biegefedern verläuft. Der Querbalken 19 ist auf beiden Seiten mit einer durchbrochenen Struktur 20 versehen, welche im hier gewählten Ausführungsbeispiel als Kammstruktur ausgebildet ist. Die Unterseite der durchbrochenen Struktur 20 ist mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung versehen, welche in der in Fig. 1 gewählten Darstellung nicht sichtbar ist. Die elektrisch leitende Beschichtung ist so dimensioniert und angeordnet, daß sie einen Teil

der Grundlektrode 22 überdeckt, und daß diese Überdeckung verringert oder vergrößert wird, wenn die Biegefeder 17 gebogen wird.

In Fig. 1 ist weiterhin eine Beschleunigung 100 gezeigt, welche in etwa entlang der Verbindungslinie zwischen den beiden Widerlagern 16 wirkt. Durch die Wirkung der Beschleunigung 100 werden die beiden Biegefeder gebogen, die beiden Längsträger 18 verschieben sich in ihrer Längsrichtung. Die seismische Masse 21, bestehend aus dem Längsträger 18, dem Querbalken 19 und der durchbrochenen Struktur 20, wird ebenfalls entlang der Wirkungsline der Beschleunigung 100 verschoben. Hierdurch ergibt sich ein anderer Überdeckungsgrad zwischen der Grundlektrode 22 und der leitfähigen Beschichtung auf der Unterseite der seismischen Masse, insbesondere der durchbrochenen Struktur 20. Dieser Überdeckungsgrad kann dadurch gemessen werden, daß die Kapazität zwischen der Grundlektrode 22 und der leitfähigen Beschichtung gemessen wird. Diese Kapazität ist somit ein Maß für die Höhe der Beschleunigung 100.

Durch den rechteckigen Querschnitt der Biegefeder 17 verbiegt sie sich nur bei Einwirkung von Beschleunigungen, welche in etwa parallel zur Beschleunigung 100 wirken. Beschleunigungskomponenten, welche senkrecht auf der Richtung der Beschleunigung 100 stehen, werden somit nicht detektiert.

Fig. 2a zeigt einen Beschleunigungssensor, wie er in Fig. 1 perspektivisch dargestellt ist, in Aufsicht. Der Beschleunigungssensor weist eine seismische Masse 21 auf, welche als Querbalken 19 mit daran angebrachten durchbrochenen Strukturen 20 und Längsträgern 18 ausgebildet ist. Die beiden Enden des Querbalkens 19 sind jeweils mit der Mitte eines Längsträgers 18 verbunden. Die Enden der beiden Längsträger 18 sind jeweils mit einer Biegefeder 17 verbunden, so daß Längsträger 18 und Biegefeder 17 eine rahmenähnliche Struktur bilden. Die Biegefeder 17 sind etwa in ihrer Mitte mit einem Widerlager 16 verbunden, welche wiederum starr mit einem Träger 10 verbunden sind. Unterhalb der durchbrochenen Struktur ist eine Grundlektrode 22 sichtbar. Die Grundlektrode 22 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel als leitfähige Beschichtung mit in etwa rechteckigem Grundriß ausgebildet, wobei die von Teilen der durchbrochenen Struktur 20 teilweise bedeckt wird. Wie in Fig. 1 ist eine Beschleunigung 100 eingezeichnet, welche in etwa in Richtung der Verbindungslinien zwischen den beiden Widerlagern wirkt.

In Fig. 2b ist ein Querschnitt durch den in Fig. 1 und 2 dargestellten Beschleunigungssensor entlang der Schnittlinie A-A' dargestellt, wobei gleiche Bestandteile mit den gleichen Bezugszeichen versehen wurden. Der Träger 10 weist eine Vertiefung 14 auf, in welcher der Längsträger 18 verläuft. Es ist deutlich sichtbar, daß der Längsträger 18 nicht mit dem Träger 10 verbunden daher beweglich ist. Auf dem Träger 10 ist ein Bereich innerhalb der Vertiefung 14 mit der Grundlektrode 22 versehen. Über der Grundlektrode 22, jedoch nicht mit dieser verbunden, befindet sich ein Teil der durchbrochenen Struktur 20.

Zur besseren Verdeutlichung der Funktionsweise und des Aufbaus kann man sich den Sensor auch als ein aus drei Schichten aufgebautes Bauteil vorstellen: Die erste Schicht 11 wird von dem Träger 10 gebildet, welcher fest ist. Die dritte Schicht 13 umfaßt die beweglichen Strukturen, wie die seismische Masse, die Biegefeder, und das Widerlager 16. Die zweite Schicht 12 trennt die beweglichen Strukturen von der ersten Schicht und verbindet das Widerlager mit derselben.

Durch die Ausbildung der seismischen Masse als Querbalken 19 und durchbrochene Struktur 20 wird ein beson-

ders sensibler Sensor erreicht. Für einen besonders sensiblen Sensor ist es wünschenswert, eine relativ große seismische Masse zu erzeugen, wobei die relative Größe durch die Steifigkeit der Biegefeder bestimmt wird. Weiterhin sollte der Abstand zwischen seismischer Masse und Grundlektrode möglichst gering sein. Eine solche große seismische Masse mit geringem Abstand von der Grundlektrode ist einfacher zu produzieren, wenn wenigstens Teile der seismischen Masse als durchbrochene Struktur 20 ausgeführt werden.

Ein Herstellungsverfahren für einen Beschleunigungssensor wie in den Fig. 1 bis 2b dargestellt ist, wird anhand der Fig. 3a bis 3c beschrieben.

Zur Herstellung des Beschleunigungssensors wird ein Siliziumsubstrat 30, welches vorzugsweise ein einkristallines Silizium ist, mit thermischem Siliziumoxid 31 überwachsen. Nach Aufwachsen des thermischen Siliziumoxids 31 auf dem Silizium 30 wird auf dem thermischen Siliziumoxid dünnes polykristallines Silizium (Poly-Si) abgeschieden, dotiert, beispielsweise mittels Ioneneinplantation, und strukturiert. Die Strukturierung des Polysiliziums 32 folgt dergestalt, daß das Polysilizium 32 beispielsweise eine Grundlektrode 22 oder eine Leitung zur Grundlektrode 22 darstellt. Anschließend wird eine nächste Siliziumoxidschicht aufgebracht, das sogenannte Opferoxid 33. Die Dicke des Opferoxids 33 bemißt sich nach dem später gewünschten Abstand zwischen seismischer Masse Grundlektrode. Auf das Opferoxid wird eine weitere dünne Schicht aus polykristallinem Silizium aufgebracht, das sogenannte Start-Polysilizium 34. Auch das Start-Polysilizium wird strukturiert, indem es an den Stellen entfernt wird, an welchen später eine fest darunterliegenden Schichten verbundene Struktur gewünscht wird.

Das Zwischenprodukt nach diesen Prozeßschritten ist in Fig. 3a gezeigt.

Auf das in Fig. 3a dargestellte Zwischenprodukt wird eine Schicht aus epitaktischem polykristallinem Silizium aufgebracht, das sogenannte Epi-Polysilizium 35. Aus dem Epi-Polysilizium werden in einem nächsten Prozeßschritt die beweglichen Strukturen, wie beispielsweise die seismische Masse, die Querbalken, die Biegefeder, und die Widerlager herausstrukturiert. Dies geschieht durch einen sogenannten tiefen Trench, bei welchem schmale tiefe Gräben in der Polysiliziumschicht hergestellt werden. Das Opferoxid 33 dient bei der Herstellung der schmalen Tiefengräben 36 als sogenannte Ätzstoppschicht. Das Zwischenprodukt nach diesem Verfahrensschritt ist in Fig. 3b dargestellt.

Um zu dem in Fig. 3c dargestellten letzten Zwischenprodukt zu gelangen, wird das Opferoxid 33 entfernt. Die Entfernung des Opferoxids geschieht durch selektives Unterätzen, indem ein flußsäurehaltiges Ätzmedium durch die schmalen Tiefengräben 36 eingeführt wird. Das Ätzmedium entfernt Siliziumoxid, greift jedoch Polysilizium nicht an. Somit bleiben die Strukturen im Epi-Polysilizium 35 klar mit dem Substrat 30 verbunden, welche aus Bereichen herausstrukturiert werden, in welchen ein Loch in das Opferoxid strukturiert wurde.

Ein weiteres Verfahren zur Herstellung eines Beschleunigungssensors ist in den Fig. 4a bis 4g dargestellt.

Ausgangspunkt des in den Fig. 4a bis 4g beschriebenen Verfahrens bildet die Grundplatte 50. Die Grundplatte 50 kann beispielsweise ein integrierter Schaltkreis sein, welcher die Auswertelektronik für den Beschleunigungssensor enthält. Sie kann jedoch ebenso beispielsweise ein einkristallines Substrat sein oder eine Metallplatte. Die Grundplatte 50 wird mit einer Passivierung 51 versehen, welche in Form einer dünnen Schicht auf die Grundplatte 50 aufgebracht wird. An vorgegebenen Stellen wird die Passivierung

51 entfernt und durch eine untere Elektrode 52 sowie ein Anschlußpad 53 ersetzt. Es ist darauf zu achten, daß die untere Elektrode 52 und das Anschlußpad 53 nicht elektrisch verbunden sind. Wird also Grundplatte 50 eine Metallplatte verwendet, so sind zusätzlich Mittel vorzusehen, entweder die untere Elektrode 52 oder das Anschlußpad 53 oder beide gegenüber der Grundplatte 50 zu isolieren. Auf der mit der Passivierung 51 versehene Grundplatte 50 wird eine Beschichtung aus Photolack 54 aufgetragen. Die Schichtdicke des Photolacks 54 entspricht dem späteren Abstand zwischen seismischer Masse und Elektrode. Anschließend wird der Photolack im Bereich des Anschlußpads 53 entfernt, so daß eine erste Öffnung 56 im Bereich des Anschlußpads 53 entsteht. Das hieraus folgende Zwischenprodukt ist in Fig. 4a dargestellt.

Fig. 4b zeigt das Zwischenprodukt, nachdem auf die Passivierung 51 und Photolack 54 beschichtete Grundplatte 50 eine weitere leitfähige Hilfsbeschichtung 55 aufgebracht wurde.

Auf die Grundplatte 50, die mit einer Passivierung 51, dem Photolack 54, der leitfähigen Hilfsbeschichtung 55 versehen ist, wird ein dicker Photolack 57 aufgebracht. Die Schichtdicke des dicken Photolacks 57 bemißt sich nach der gewünschten Höhe des Widerlagers und der seismischen Masse. Es ist hierbei zu berücksichtigen, daß die Dicke des dicken Photolacks 57 wenigstens gleich groß ist wie die Höhe der später zu erzeugenden seismischen Masse. Auf den dicken Photolack 57 wird eine Oxidschicht 58 aufgebracht, auf welche wiederum ein dünner Photolack 59 aufgebracht wird. Das Zwischenprodukt nach diesen Verfahrensschritten ist in Fig. 4c dargestellt.

Mit Hilfe einer Maske, welche nicht in Fig. 4b dargestellt ist, wird der dünne Photolack 59 in vorgegebenen Bereichen belichtet. Anschließend werden die belichteten Bereiche des dünnen Photolacks 59 entfernt, so daß eine erste Vorläuferstruktur 60 entsteht. Es ist jedoch ebenso vorstellbar, einen Photolack für die Beschichtung aus dünnem Photolack 59 heranzuziehen, welcher erlaubt, die unbelichteten Bereiche zu entfernen. Nach dem Entfernen des dünnen Photolacks 59 in den vorgegebenen Bereichen wird die darunterliegende Oxidschicht 58 entfernt, und zwar in denjenigen Bereichen, in denen sie nicht mehr durch den dünnen Photolack 59 geschützt ist. Somit ergibt sich als nächstes Zwischenprodukt die schon aus Fig. 4b bekannte Vielschichtstruktur mit einer Grundplatte 50, einer Passivierung 51, dem Photolack 54 und der leitfähigen Hilfsbeschichtung 55, welche mit dem dicken Photolack 57 und einer doppelten Maske aus Oxid 58 und dünnem Photolack 59 bedeckt ist.

Im nächsten Verfahrensschritt wird eine anisotrope Entfernung des Photolacks durchgeführt. Hierbei wird sowohl der noch vorhandene dünne Photolack 59 als auch Teile des dicken Photolacks 57 entfernt. Der dicke Photolack 57 wird hierbei nur in jenen Bereichen entfernt, in welchen er nicht durch das Oxid 58 geschützt ist. Somit entstehen in den ungeschützten Bereichen erste Öffnungen 56, welche bis hinab zur ersten leitfähigen Hilfsbeschichtung 55 reichen und die lateralen Abmessungen des strukturierten Oxids 58 besitzen. Das Zwischenprodukt nach diesem Schritt ist in Fig. 4c dargestellt.

Das in Fig. 4c gezeigte Zwischenprodukt wird nunmehr einem Galvanikschritt unterzogen, wobei die leitfähige Hilfsbeschichtung 55 eine der beiden Elektroden erstellt. Es ergibt sich somit das in Fig. 4f dargestellte Zwischenprodukt, welches aus einer Grundplatte 50 mit darauf aufgebracht Passivierung 51, darauf aufgebracht Photolack 54 mit einer sich darauf befindlichen leitfähigen Hilfsbeschichtung 55 besteht. Auf diesem Vielschichtsystem befindet sich der mit dem strukturierten Oxid 58 bedeckte dicke

Photolack 57, welcher nunmehr mit einer Befüllung 62 befüllte zweite Vorläuferstrukturen aufweist. In einem letzten Schritt wird der gesamte Photolack der Schichten 57 und 54 mit samt den darauf befindlichen leitfähigen Hilfsbeschichtungen 55 und dem Oxid 58 entfernt. Somit verbleibt eine Struktur, welche aus der Grundplatte 50 mit der darauf befindlichen Passivierung 51 besteht, wobei in der Passivierung eine untere Elektrode 52 und ein Anschlußpad 53 vorhanden sind. Auf dem Anschlußpad 53 befindet sich eine Metallstruktur, welche aus der Befüllung 62 und einem Teil der leitfähigen Hilfsbeschichtung 55 entstand, und welche fest mit der Grundplatte 50 verbunden ist. Diese Struktur kann in dem Drucksensor als Widerlager 16 benutzt werden. Weiterhin weist das Verfahrensprodukt in Fig. 4g weitere Metallstrukturen auf, welche nicht unmittelbar mit der Grundplatte 50 verbunden sind, jedoch mit dem Widerlager 16 verbunden sind, in einer nicht in der Zeichnung dargestellten Schnittebene. Diese Metallstrukturen bestanden aus der Befüllung von zweiten Vorläuferstrukturen 61, welche in Bereichen angeordnet waren, in welchen der Photolack 54 nicht strukturiert wurde. Diese Metallstrukturen bilden sowohl die Längsträger 18 als auch die durchbrochene Struktur 20. Weiterhin sind Mittel vorgesehen, die Kapazität zwischen der durchbrochenen Struktur 20 und der unteren Elektrode 52 zu messen, beispielsweise elektrische Leitungen 70.

Es ist jedoch ebenso denkbar, die Datenauswertung direkt in der als elektrischem Chip ausgebildeten Grundplatte 50 vorzunehmen, wobei die beiden Meßsignale an der unteren Elektrode 52 und dem Anschlußpad 53 anliegen.

Auch das in den Fig. 4a bis 4g dargestellte Verfahren basiert auf dem Ablösen des Photolacks 54, nachdem die seismische Masse hergestellt wurde. Der Photolack 54 kann nur dann unter der seismischen Masse herausstrukturiert werden, wenn diese zumindest teilweise als durchbrochene Struktur 20 ausgebildet ist. Andernfalls müßte die seismische Masse klein gehalten werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist auch zur Herstellung anderer Sensoren als den in den Fig. 1 bis 2b dargestellten Sensor verwendbar. Fig. 5a und 5b zeigen zwei weitere Ausführungsbeispiele für einen erfindungsgemäßen Beschleunigungssensor.

In Fig. 5a weist die bewegliche Struktur 2 Querbalken 19 auf, so daß die Querbalken 19 und Längsträger 18 ein Rechteck bilden. Die durchbrochene Struktur 20 ist hierbei als Siebstruktur und nicht als Kammstruktur wie in Fig. 1 ausgeführt. Diese Änderung sorgt für eine weiter verbesserte Herstellbarkeit durch bessere Abtragung der Opferschicht.

Ebenso ist eine andere Formgebung für die Biegefeder 17 denkbar, wie es in Fig. 5b dargestellt ist, wobei die restliche bewegliche Struktur gegenüber Fig. 5a unverändert blieb.

#### Patentansprüche

1. Beschleunigungssensor mit einer ersten (11), einer zweiten (12) und einer dritten Schicht (13), wobei die Schichten aufeinander angeordnet sind, wobei weiterhin in der zweiten Schicht ein Fenster vorgesehen ist, wobei weiterhin die dritte Schicht ein Widerlager (16) aufweist, das mittelbar oder unmittelbar mit der zweiten Schicht verbunden ist, wobei die dritte Schicht im Bereich des Fensters eine Biegefeder (17), deren bevorzugte Biegerichtung in etwa parallel zu der ersten Ebene verläuft, und eine seismische Masse aufweist, wobei die Biegefeder (17) an einem Ende mit dem Widerlager (16) und an dem anderen Ende mit der seismischen Masse verbunden ist, wobei weiterhin die erste Schicht im Bereich des Fensters eine leitfähige Fläche

(22) aufweist, die so angeordnet ist, daß sie von der seismischen Masse teilweise überdeckt wird, und daß die Überdeckung durch Verbiegung der Biegefeder veränderlich ist, und mit Mitteln, die Kapazität zwischen der seismischen Masse und der leitfähigen Fläche zu messen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die seismische Masse wenigstens teilweise als durchbrochene Struktur (20), insbesondere als Kamstruktur oder Siebstruktur ausgebildet ist.

2. Beschleunigungssensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, die Biegefeder an beiden Enden mit dem Widerlager und in der Mitte mit der seismischen Masse verbunden ist.

3. Beschleunigungssensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, die Biegefeder an beiden Enden mit der seismischen Masse und in der Mitte mit dem Widerlager verbunden ist.

4. Beschleunigungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht aus Silizium besteht.

5. Beschleunigungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Schicht aus Siliziumoxid besteht.

6. Beschleunigungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Schicht aus Silizium besteht.

7. Beschleunigungssensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die leitfähige Fläche durch Diffusion oder Ionenimplantation in der ersten Schicht erzeugt wurden.

8. Beschleunigungssensor nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die leitfähige Fläche durch Aufbringen einer Polysiliziumschicht auf das Silizium und anschließende Strukturierung des Polysiliziums erzeugt wurde.

9. Beschleunigungssensor nach A1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht aus einem mittels einer Schutzschicht geschützten integrierten Schaltkreis besteht.

10. Beschleunigungssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, 7, 8, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Schicht aus Metall besteht.

11. Verfahren zur Herstellung eines Beschleunigungssensors gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

a. Aufbringen einer Oxidschicht (31) auf ein Siliziumsubstrat (30).

b. Erzeugen einer leitenden Schicht (32) in oder auf einem Bereich der Oxidschicht (30).

c. Abscheiden einer Opfer-Oxidschicht (33).

d. Aufbringen einer Polysiliziumschicht (34) auf der Opfer-Oxidschicht (33).

e. Strukturierung der Polysiliziumschicht, indem diese teilweise entfernt wird.

f. Entfernen des Opferoxids in den Bereichen, in denen die Polysiliziumschicht entfernt wurde.

g. Aufbringen einer epitaktischen Polysiliziumschicht (35).

h. Herausstrukturieren des Widerlagers, der Biegefeder und der seismischen Masse aus der epitaktischen Polysiliziumschicht, indem das Polysilizium bis zur Opfer-Oxidschicht entfernt wird.

i. Entfernen der Opfer-Oxidschicht unter der seismischen Masse und der Biegefeder.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Oxidschicht durch thermische Oxidierung erzeugt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12,

dadurch gekennzeichnet, daß die leitende Schicht (32) durch Aufbringen von Polysilizium und anschließendes Strukturieren erzeugt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die leitende Schicht (32) durch Ionenimplantation oder Eindiffusion in die Oxidschicht erzeugt wird.

15. Verfahren zur Herstellung eines Beschleunigungssensors gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

a. Aufbringen eines ersten Photolacks (34) auf eine Grundplatte (50).

b. Strukturieren des ersten Photolacks, so daß der strukturierte erste Photolack eine Negativform des Fensters darstellt.

c. Beschichten des ersten Photolacks mit einer leitfähigen Hilfsschicht (55).

d. Aufbringen einer dicken Photolackschicht (57).

e. Aufbringen einer Oxidschicht (58).

f. Aufbringen einer dünnen Photolackschicht (59).

g. Strukturierung der dünnen Photolackschicht, indem die Bereiche, in denen die Biegefeder, das Widerlager und die seismische Masse entstehen sollen, entfernt werden.

h. Entfernen der Oxidschicht in den vom Photolack befreiten Bereichen.

i. Entfernen der dicken Photolackschicht in den von der Oxidschicht befreiten Bereichen.

j. galvanische Abscheidung eines leitfähigen Materials in den in Schritt h. erzeugten Aussparungen in der dicken Photolackschicht.

k. Entfernung der dicken Photolackschicht.

l. Entfernung des leitfähigen Materials.

m. Entfernung der ersten Photolackschicht.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß vor Beschichtung der Grundplatte mit einem leitfähigen Material die erste Schicht mit einer Schutzschicht (51) beschichtet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundplatte als elektronischer integrierter Schaltkreis ausgebildet ist.

18. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundplatte als polymeres Substrat ausgebildet ist.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

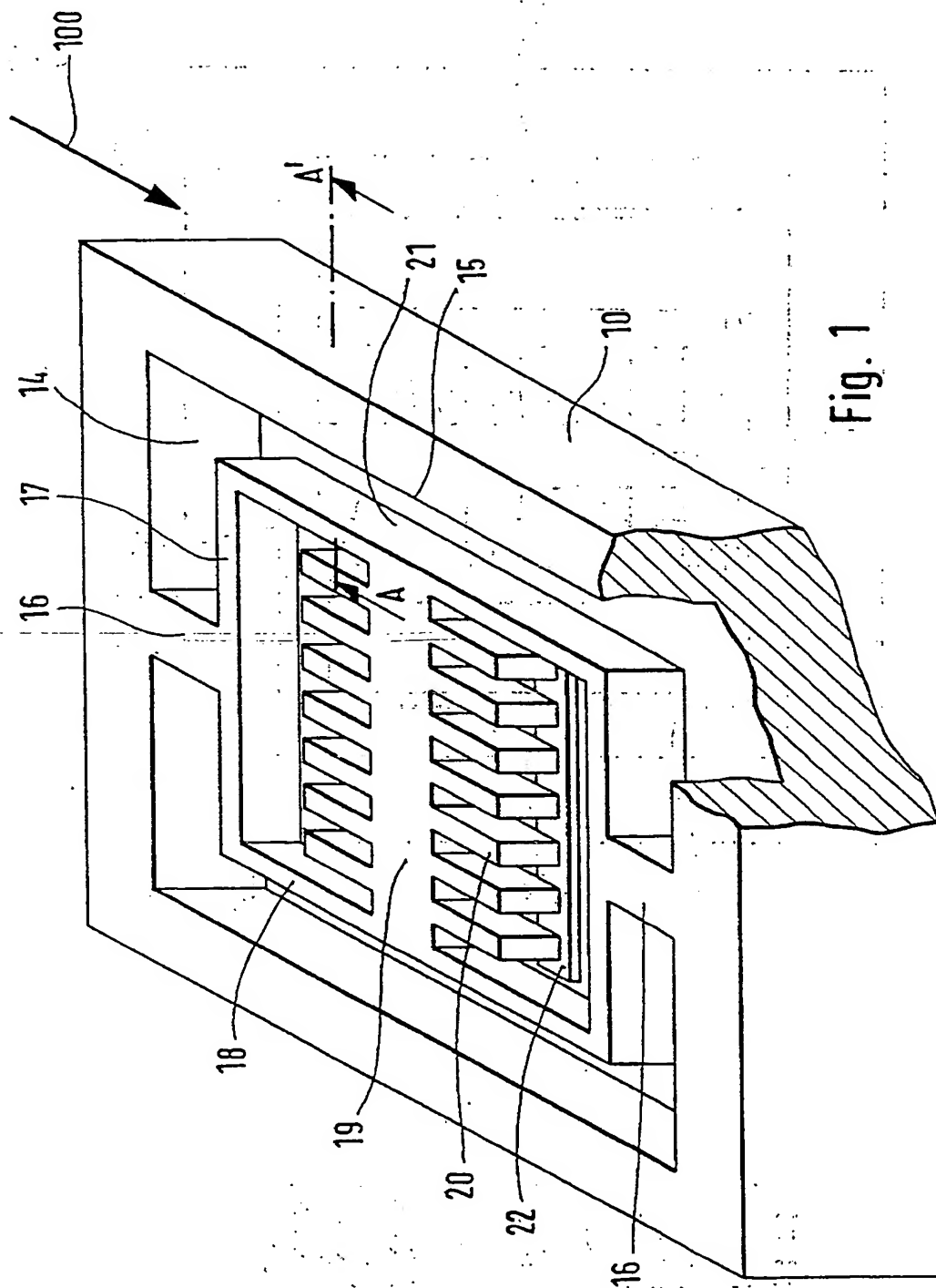


Fig. 1



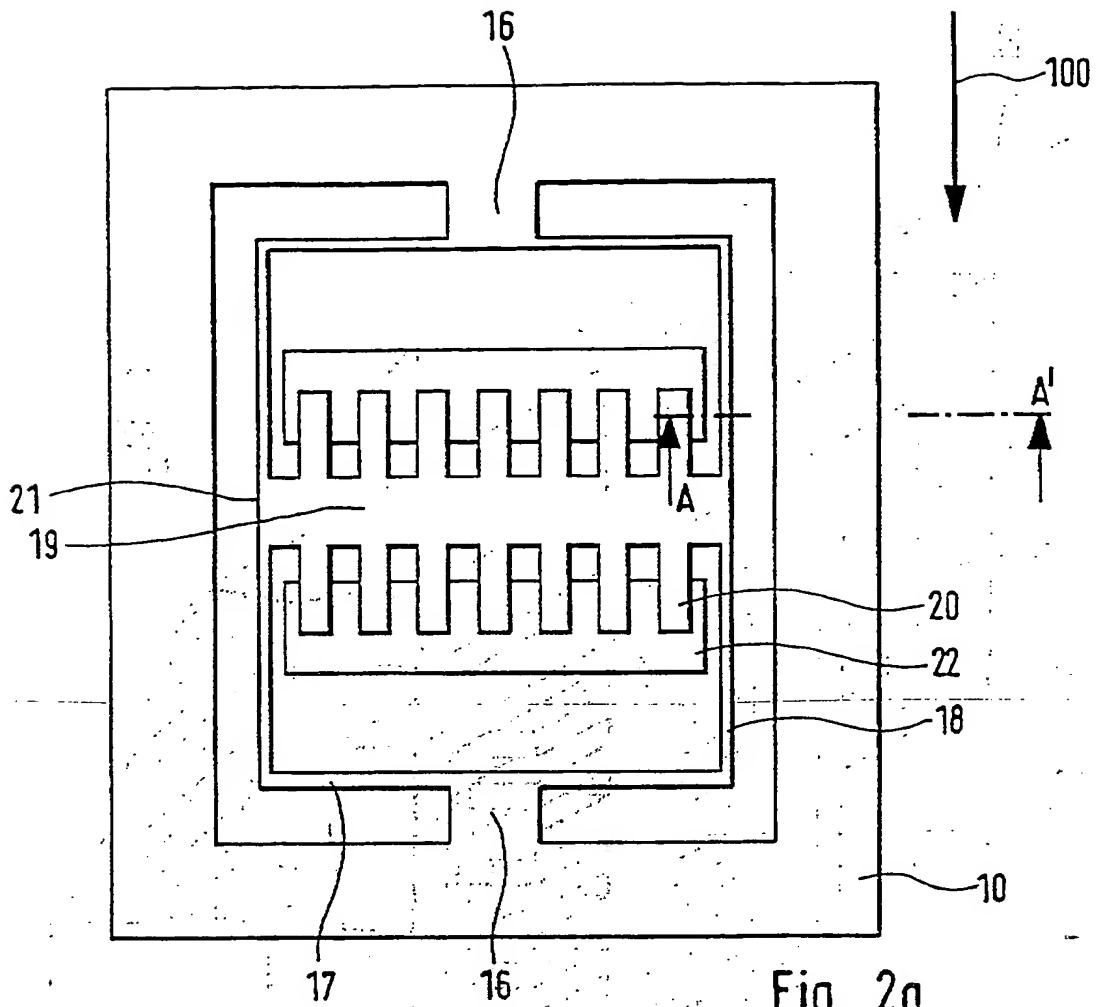


Fig. 2a

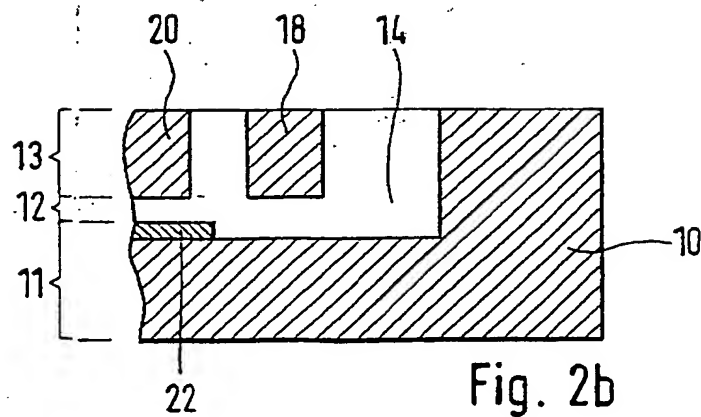


Fig. 2b

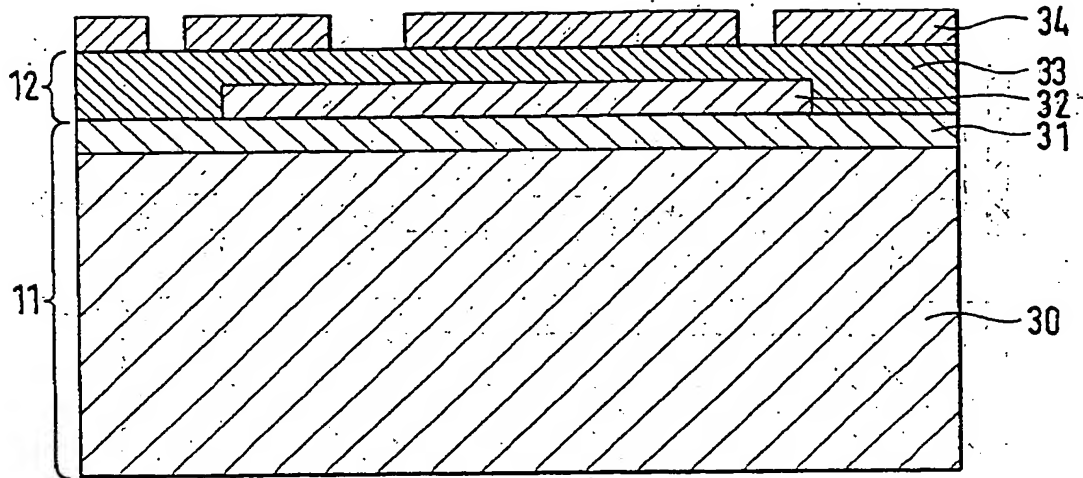


Fig. 3a

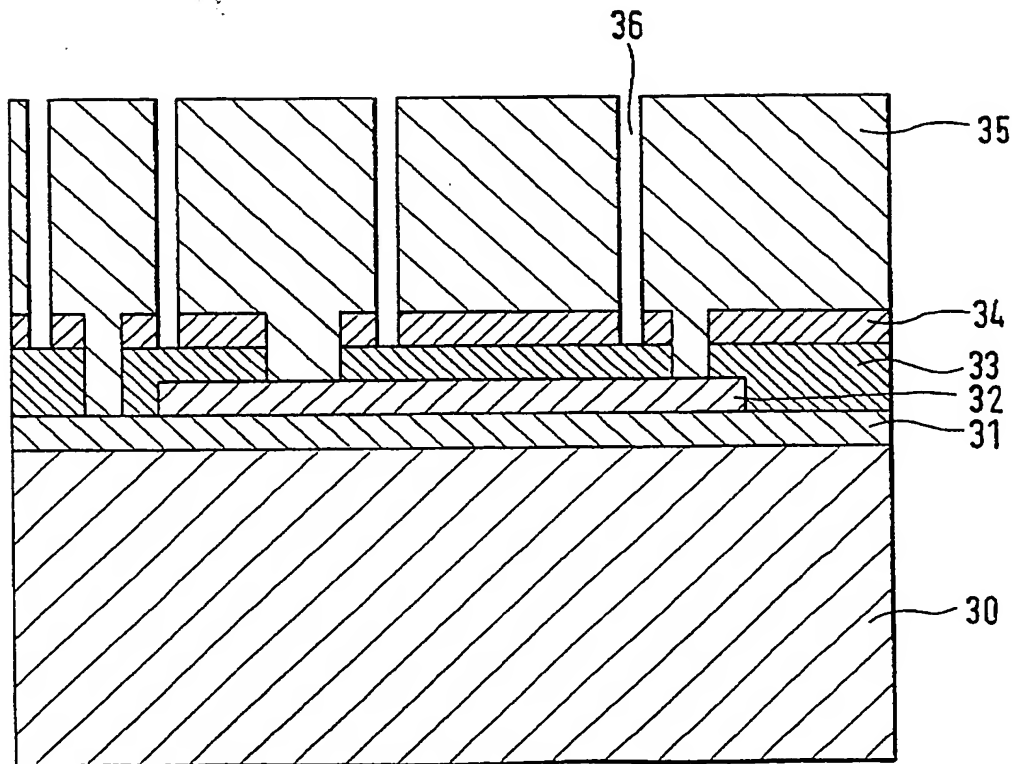


Fig. 3b

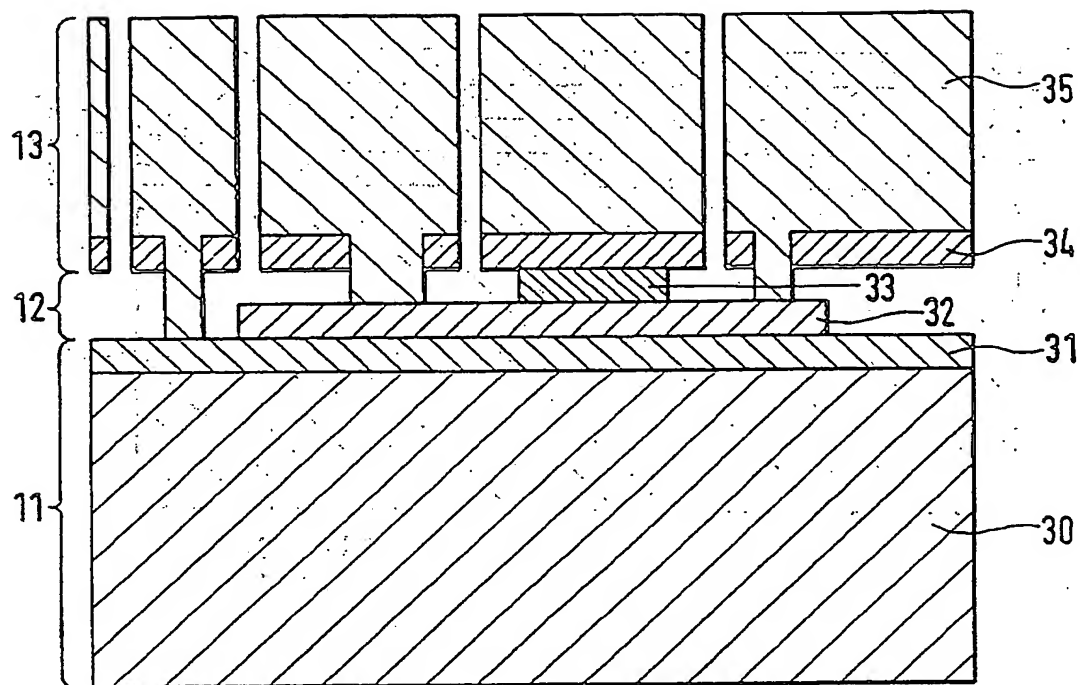


Fig. 3c

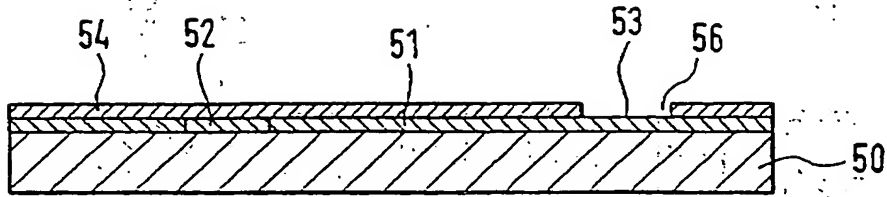


Fig. 4a

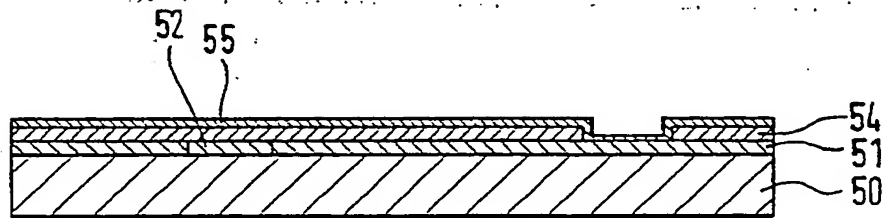


Fig. 4b

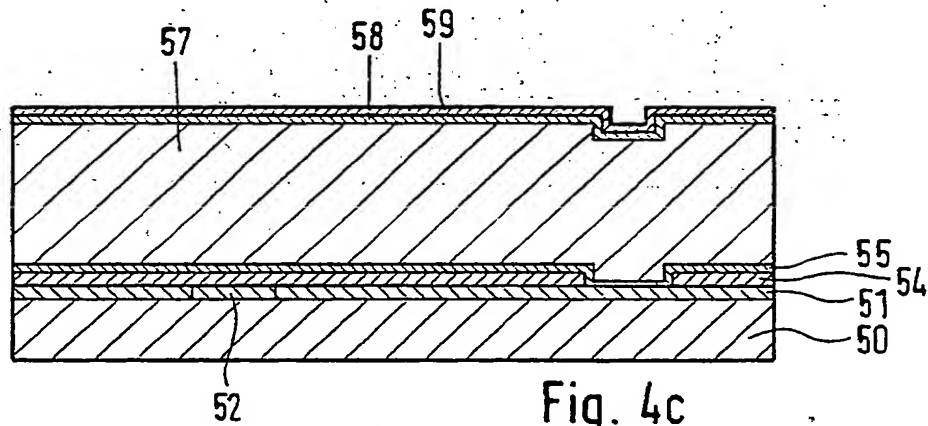


Fig. 4c

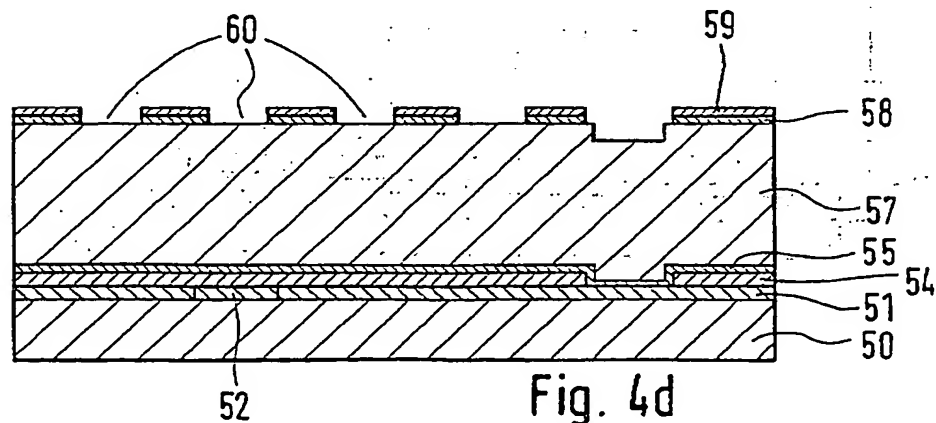


Fig. 4d

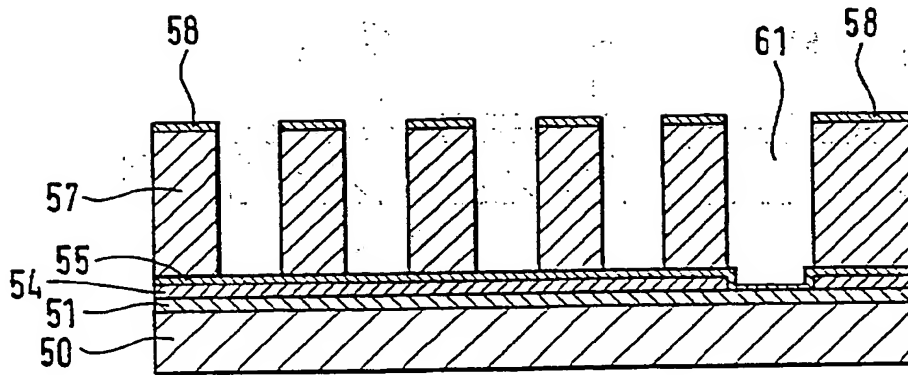


Fig. 4e

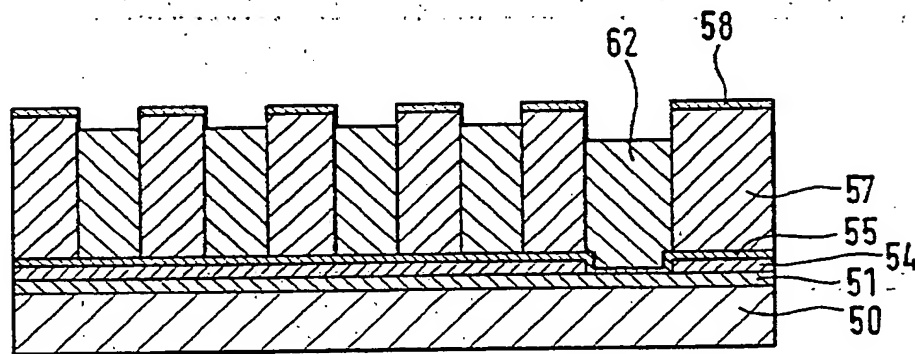


Fig. 4f

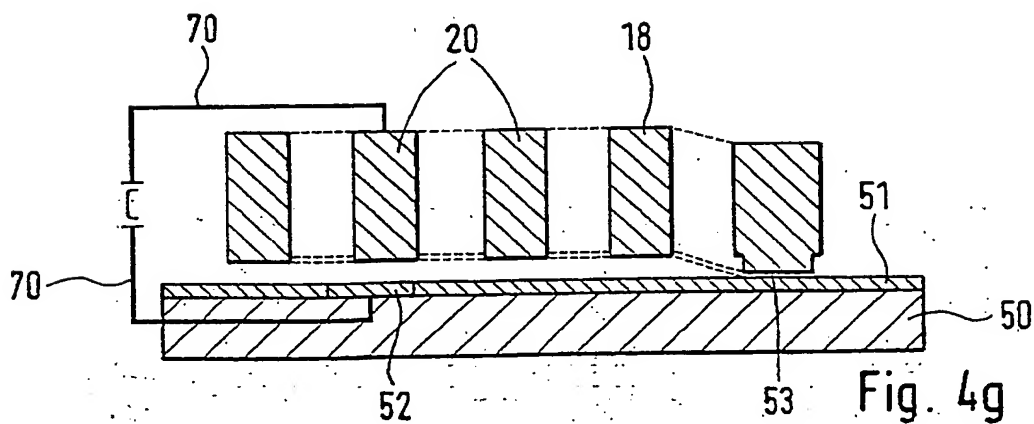


Fig. 4g

Nummer:  
Int. Cl. 6:  
Offenlegungstag:

DE 197 19 601 A1  
H 01 L 49/00  
12. November 1998

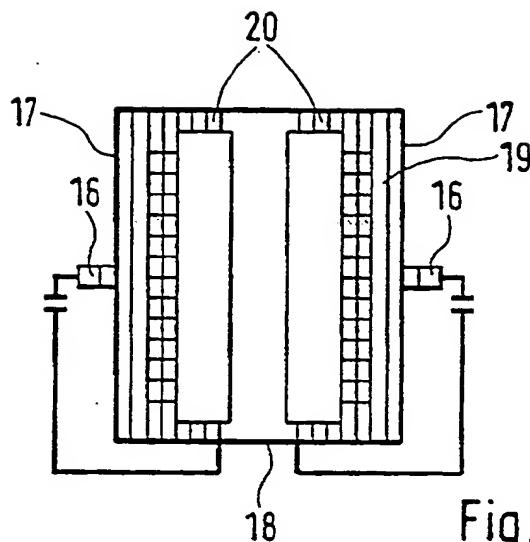


Fig. 5a

EPM TC 2800

FINAL SEARCH DATE

DELIVER TO GOV'T DATE

4/30/03  
4/30/03

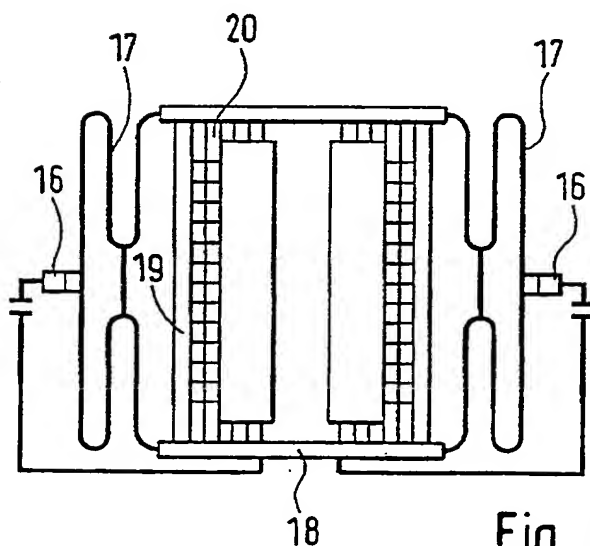


Fig. 5b